

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 2月 7日

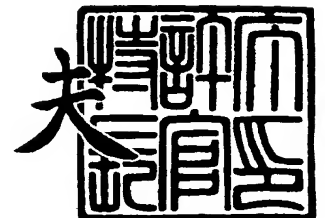
出願番号  
Application Number: 特願2003-030905  
[ST. 10/C]: [JP 2003-030905]

出願人  
Applicant(s): 日立マクセル株式会社

2004年 1月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3001426



【書類名】 特許願

【整理番号】 3303-046

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 11/10

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

    【氏名】 神田 哲典

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

    【氏名】 山中 英明

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

    【氏名】 藤田 塩地

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

    【氏名】 松沼 悟

【特許出願人】

    【識別番号】 000005810

    【氏名又は名称】 日立マクセル株式会社

    【代表者】 赤井 紀男

【代理人】

    【識別番号】 100080193

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 杉浦 康昭

    【電話番号】 0297-20-5127

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 041911**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9400011**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性基板上に、軟磁性材料により形成された軟磁性裏打ち層、下地層、記録層の順に形成され、上記記録層が酸化物を含有する C o P t C r を主体とする合金磁性材料であって残留磁化が膜面内方向より膜面に対して垂直方向の方が大きい垂直磁気記録方式の磁気記録媒体において、上記記録層は、少なくとも 2 層以上設けられており、かつ上記各記録層中の上記酸化物濃度は、それぞれ異なっていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 上記少なくとも 2 層以上設けられる酸化物濃度がそれぞれ異なる磁性層は、基板側から、含有する酸化物濃度が高い順に積層されていることを特長とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 上記 2 層以上設けられる各記録層中の酸化物含有率は、それぞれ 5 ～ 20 m o l % であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 上記記録層中の酸化物が S i 酸化物であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 上記記録層の厚さが 20 n m 以下であることを特徴とする請求項 1 から 4 記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 磁気記録媒体の製造方法であって、基板上に、軟磁性材料を用いて裏打ち層を形成する工程と、上記裏打ち層上に、下地層を形成する工程と、上記下地層上に、酸化物を含有し、かつ、前記酸化物の含有濃度が異なる少なくとも二層以上の C o P t C r を主体とする合金磁性材料からなる記録層を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 7】 上記酸化物の含有濃度の異なる少なくとも二層以上の記録層を形成する工程がスパッタリング法によることを特徴とする請求項 6 記載の製造方法。

【請求項 8】 前記酸化物の含有濃度の異なる少なくとも二層以上の磁性層を形成工程が、D C スパッタリング法と R F スパッタリング法の組み合わせによ

り、単一のスパッタターゲットを用いて行うことを特徴とする請求項6または請求項7記載の製造方法。

【請求項9】 請求項1記載の磁気記録媒体に対して、上記記録層の膜面に対して垂直方向の磁化を与え、かつ、上記軟磁性裏打ち層の膜面に対して平行方向の磁化を与え、記録層と軟磁性裏打ち層と協同して磁気回路を構成する磁気ヘッドと、上記磁気記録媒体を上記磁気ヘッドに対して相対的に駆動するための駆動装置とを備えた垂直磁気記録方式の磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は情報の記録再生を行うための磁気ディスク装置に関し、特に高密度記録に適した磁気記録媒体及び磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報化社会の発展には目覚ましいものがあり、文字情報のみならず音声及び画像情報を高速に処理することができる装置の1つとしてコンピュータ等に装着されている磁気記録装置が知られている。現在は、この磁気記録装置の記録密度を向上させつつ、磁気記録装置を小型化する方向に開発が進められてきている。典型的な磁気記録装置は、複数の磁気ディスクをスピンドル上に回転可能に装着している。各磁気ディスクは、基板とその上に形成された磁性膜からなり、情報の記録は、特定の磁化方向を有する磁区を磁性膜中に形成することにより行われる。従来、記録される磁化の方向は、磁性膜面内であり、面内記録方式と呼ばれている。面内記録方式の磁気記録装置の高密度記録化は、磁性膜の膜厚を薄くし、構成する磁性結晶粒の粒径を微小化させ、且つ、各粒子間の磁氣的相互作用を低減させることで達成してきた。しかし、結晶粒の微小化と各粒子間の磁氣的相互作用の低減は、記録されたビットを構成する磁化の熱安定性を低下させることが問題となっている。この問題を緩和するために提案されているのが、垂直磁気記録方式で、これは、記録される磁化の方向を、基板に対して垂直方向にする。その結果、隣接ビット間は、静磁氣的に安定で、且つ、記録遷移領域は鋭くなる。さ

らに記録層と基板の間に軟磁性材料で構成された層（軟磁性裏打ち層）を加えることで、記録時の磁場を急峻にすることができるので、高い磁気異方性をもつ材料への記録が可能になり、磁化の熱安定性が向上するので、より高密度の記録が可能になる。

#### 【0003】

現在、上述の面内記録方式の記録媒体にはC o P t C r 基合金（以降、C o P t C r 基合金媒体と称す）が使用されており、垂直磁気記録方式の記録媒体としても同じC o P t C r 基合金媒体が主に研究されてきた。この媒体の特徴は、強磁性を有するC o 濃度の高い結晶粒とC r 濃度が高く非磁性の結晶粒界面部からなる2相分離構造をとり、非磁性粒界面部によって結晶粒間の磁気的な相互作用を低減する点で、この効果により、高記録密度に必要な媒体の低ノイズ特性を実現してきた。しかし、より高密度記録に対応するためにはさらに結晶粒間の磁気的な相互作用を低減させることと同時にビットの磁気的な熱安定性をさらに高めることが要求されている。その方法として、記録層に酸素を添加し、結晶粒界面を酸化させる方法がある。これは、ターゲット中に酸化物を添加する、もしくは、酸素ガス雰囲気中で成膜することにより得られ、記録層の磁性結晶粒が酸化物に囲われたグラニューラ構造をとっており、酸化物を含有するC o P t C r 基合金媒体と呼ばれている。酸化物を含有するC o P t C r 基合金媒体の場合、酸化物によって結晶粒間の分離を行うことができるため、従来のC o P t C r 基合金媒体のような相分離は必要ではないことが大きな特徴である。酸化物を含有するC o P t C r 基合金媒体の技術報告として、例えば文献1がある。文献1で、酸化物を含有するC o P t C r 基合金媒体の方が、C o P t C r 基合金媒体よりも結晶粒間の磁気的な相互作用を低減しながら結晶磁気異方性を向上させることができるので、従来よりも、高記録密度状態でのS/N比が高く、且つ、ビットの熱安定性を高めることができることが開示されている。

#### 【0004】

##### 【非特許文献1】

T. O i k a w a e t . a l , I E E E T r a n s . M a g n . , v o l . 3 8 , p p . 1 9 7 6 - 1 9 7 8 , 2 0 0 2

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、本発明者らの実験によると、酸化物を含有するC o P t C r基合金媒体の場合にも、記録密度を高めるためにさらに結晶粒を微細化していくと、媒体の磁気特性が劣化し、媒体の磁化容易軸方向である膜面垂直方向の磁化曲線を測定すると、その角型比が1未満になることがわかった。角型比が1未満の媒体では、媒体ノイズの低周波成分が大幅に増加してしまい、ランダムな記録を行った際のビットエラーレートが劣化してしまうため、媒体としては使用できない。従って、さらなる高記録密度を実現させる為には、磁気特性の劣化を回避させることが要求される。

## 【0006】

本発明の目的は、上記従来技術の問題を解決するもので、垂直磁気記録媒体であって、記録層が少なくとも2層以上の異なる酸化物濃度の酸化物を含有するC o P t C rを主体とする合金磁性材料によって構成されることにより、高い磁気特性を有し、且つ、低媒体ノイズの新規磁気記録媒体の製造方法及び媒体を提供することにある。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様に従えば、磁気記録媒体であって、酸化物を含有したC o P t C r基合金磁性材料により形成された記録層とを備え、該記録層の酸化物濃度が膜厚方向に対して変化する磁気記録媒体の製法及び媒体が提供される。

## 【0008】

本発明者らは、記録層に酸化物を含有したC o P t C r基合金磁性膜を用いて高記録密度に対応するべく磁性結晶粒の微細化を進めていった結果、高い記録密度の記録を行った際の媒体ノイズは低減するものの、低い記録密度で記録した場合に媒体に起因するノイズが大幅に増加することがわかった。この原因を究明するべく、媒体の磁化容易軸方向である膜面に対して垂直方向の磁化曲線を測定したところ、その角型比が1未満になっていることが分かった。これは、残留磁化状態で既に磁場印加方向に対して磁化が逆方向を向いた磁区（逆磁区）が形成さ

れていることを意味し、そのために、低記録密度帯域で媒体ノイズが増加してしまう。このように角型比が1未満になる原因は、磁性を担う結晶粒の磁気特性が劣化したためである。

#### 【0009】

本発明者らは、この状況を打破すべく、研究を行った結果、異なる濃度の酸化物を含有するC o P t C r 基合金を積層することにより、上記の問題を解決できることが分かった。

#### 【0010】

記録層中の酸化物濃度は、酸化物を含有するC o P t C r 基合金媒体の結晶粒の大きさに影響し、該濃度が高いほど、該結晶粒の粒径は減少する。高記録密度帯域での媒体ノイズを低減するためには、結晶粒の微細化が必須であり、記録層中の酸化物濃度は高いほうがよい。しかしながら、上述したように、結晶粒の微細化に伴い、その磁気特性が劣化する。そこで、酸化物濃度が高く、媒体ノイズを低減させる層と、酸化物濃度は低くして磁気特性の高い層を積層することにより、結晶粒を微細化しても、磁気特性の劣化を回避することができ、その結果、高記録密度帯域から低密度帯域まで理想的な記録再生特性を示す媒体を得ることができる。

#### 【0011】

記録層の膜厚としては、磁界勾配が急峻となる条件で記録をし、分解能を高めるために20nm以下であることが望ましい。

#### 【0012】

本発明の磁気記録媒体では、記録層を形成する酸化物を含有したC o P t C r 基酸化物膜中の酸化物含有率を5～20mol%とすることが好ましい。酸化物を含有するC o P t C r 基合金磁性膜は、スパッタガスとしてアルゴンと酸素の混合ガスを用いることにより形成され、この混合比を適宜調節することによりC o P t C r 基合金磁性膜中に5～20mol%の酸化物を分散した状態で導入することができる。あるいは、スパッタガスにはアルゴンを用い、ターゲット中に含まれる酸素量を調節することによりC o P t C r 基合金磁性膜中の酸化物含有量を変化させることも可能である。例えば、C o P t C r ターゲット中に5～2



0 mol %で  $\text{SiO}_2$  や  $\text{MgO}$  を混入したターゲットなどを用い得る。5～20 mol %の酸化物を含有する  $\text{CoPtCr}$  合金磁性膜を用いることにより、磁性結晶粒間の磁氣的相互作用を低減させ、低媒体ノイズの媒体を提供することができる。  $\text{CoPtCr}$  合金磁性膜中の酸化物含有量を 5 mol %より多くすると、磁性粒子間の分離が十分に行われ媒体ノイズの低減が達成される。また、酸化物含有量を 20 mol %より少なくして、酸素が磁性結晶粒内に取り込まれるのを防止し磁気特性の低下を防ぐことができる。

#### 【0013】

また、本発明の磁気記録媒体では、酸化物として  $\text{Si}$  酸化物もしくは  $\text{Mg}$  酸化物を用いることが好ましい。両者では、微細な結晶粒を得ることが容易である  $\text{Si}$  酸化物を用いることが特に望ましい。記録層中に  $\text{Si}$  酸化物または  $\text{Mg}$  酸化物を混入させる方法としては、  $\text{CoPtCr}$  ターゲット中に 5～20 mol %の  $\text{SiO}_2$  や  $\text{MgO}$  を混入させたターゲットを用いてスパッタする方法がある。この方法では、酸化物含有量の調整が容易であり、形成された薄膜は、  $\text{CoPtCr}$  基合金磁性結晶粒の周りを酸化物である  $\text{SiO}_2$  や  $\text{MgO}$  が取り囲む構造になる。

#### 【0014】

本発明の磁気記録媒体では、  $\text{CoCrRu}$  を主体とする合金により形成された下地層を用いることが好ましい。本下地層を用いることで、記録層の結晶性が向上し、その結果高い磁気特性を得ることができる。

#### 【0015】

本発明の磁気記録媒体では、軟磁性裏打ち層は、磁気ヘッドを用いて記録層に情報を記録再生するときに、磁気ヘッドから漏れ出した磁束を記録層に集束させる役割を持つ。軟磁性裏打ち層の材料としては、飽和磁化が大きく、保磁力が小さく、且つ、透磁率が高い軟磁性材料が好ましく、例えば、  $\text{CoTaZr}$  膜などが好ましい。また、この軟磁性裏打ち層の膜厚は、50～500 nmの範囲であることが望ましい。

#### 【0016】

本発明の第2の様態に従えば、本発明の磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情

報を記録又は再生するための磁気ヘッドと、該磁気記録媒体を該ヘッドに対して駆動するための駆動装置とを備えた磁気記録装置が提供される。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の磁気記録媒体及び磁気記録装置について実施例を用いて具体的に説明するが、本発明はこれに限定されない。

#### 【0018】

##### (実施例1)

実施例1で作製した磁気ディスクの概略断面図を図1に示す。図1に示すように、磁気ディスク10は、基板1上に、密着層2、軟磁性裏打ち層3、下地層4、第1記録層5、第2記録層6、及び保護層7を順次積層した構造を有する。密着層2は、基板1とその上に積層された膜との剥離を防ぐための層であり、軟磁性裏打ち層3は、情報記録の際に記録層に印加される磁場を集束するための層である。下地層4は、第1記録層5及び第2記録層6の配向性を向上させるための層である。第1記録層5及び第2記録層6は、情報が磁化情報として記録される層であり、第1記録層5及び第2記録層6の磁化方向は膜面に対して垂直方向となる。保護層7は、基板1上に順次積層された積層膜2～6を保護するための層である。以下に、この例で作製した磁気ディスクの作製方法を説明する。

#### 【0019】

基板1には直径2.5インチ(6.5cm)の円板状のガラス基板を用いた。その基板1上に、密着層2としてTi膜を、DCスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧0.28Pa、投入電力500Wとし、ターゲットはTiとした。密着層2の膜厚は5nmとした。

#### 【0020】

次いで、密着層2上に、軟磁性裏打ち層3としてCoTaZr膜をDCスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧0.28Pa、投入電力400Wとし、ターゲットの組成はCo<sub>88</sub>Ta<sub>10</sub>Zr<sub>2</sub>(at%)とした。軟磁性裏打ち層3の膜厚は200nmとした。

#### 【0021】

次に、軟磁性裏打ち層3上に、下地層4としてCoCrRu膜をDCスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2Pa、投入電力500Wとし、ターゲットの組成はCo<sub>55</sub>Cr<sub>25</sub>Ru<sub>20</sub>(at%)とした。下地層4の膜厚は20nmとした。

#### 【0022】

さらに、下地層4上に、第1記録層5として酸化物を含有したCoPtCr-SiO<sub>2</sub>合金磁性膜をRFスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2Pa、投入電力400Wとし、ターゲットの組成はCo<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub>(at%)-SiO<sub>2</sub>(CoPtCr:SiO<sub>2</sub>=88:12mol%)とした。第1記録層5の膜厚は5nmとした。

#### 【0023】

さらに、第1記録層5上に、第2記録層6として酸化物を含有したCoPtCr-SiO<sub>2</sub>合金磁性膜をRFスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2Pa、投入電力400Wとし、ターゲットの組成はCo<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub>(at%)-SiO<sub>2</sub>(CoPtCr:SiO<sub>2</sub>=95:5mol%)とした。第2記録層6の膜厚は10nmとした。

#### 【0024】

最後に、第2記録層6上に、保護層7としてアモルファスカーボン膜をDCスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧0.20Pa、投入電力300Wとし、保護層6の膜厚は3nmとした。

#### 【0025】

(実施例2)

実施例2では、第1記録層5として、Co<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub>(at%)-SiO<sub>2</sub>(CoPtCr:SiO<sub>2</sub>=95:5mol%)の組成を用い、第2記録層6として、ターゲット組成がCo<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub>(at%)-SiO<sub>2</sub>(CoPtCr:SiO<sub>2</sub>=88:12mol%)の組成を用いた。第1記録層5の膜厚は10nm、第2記録層6の膜厚は5nmとした。それ以外は、実施例1と同様にして作製した。

#### 【0026】

## (比較例 1)

比較例 1 で作製した磁気ディスクの概略断面図を図 2 に示す。図 2 に示すように、この例で作製した磁気ディスク 10 は、基板 1 上に、密着層 2、軟磁性裏打ち層 3、下地層 4、記録層 8 及び保護層 7 を順次積層した構造を有し、実施例 1 と異なり、記録層は単層である。以下に、この例で作製した磁気ディスク 10 の作製方法を説明する。

## 【0027】

まず、基板 1 には直径 2.5 インチ (6.5 cm) の円板状のガラス基板を用い、その基板 1 上に、密着層 2 として Ti 膜を、DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットは Ti とした。密着層 2 の膜厚は 5 nm とした。

## 【0028】

次いで、密着層 2 上に、軟磁性裏打ち層 3 として CoTaZr 膜を DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>88</sub>Ta<sub>10</sub>Zr<sub>2</sub> (at%) とした。軟磁性裏打ち層 3 の膜厚は 200 nm とした。

## 【0029】

次に、軟磁性裏打ち層 3 上に、下地層 4 として CoCrRu 膜を DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>55</sub>Cr<sub>25</sub>Ru<sub>20</sub> (at%) とした。下地層 4 の膜厚は 10 nm とした。

## 【0030】

さらに、下地層 4 上に、記録層 8 として酸化物を含有した CoPtCr-SiO<sub>2</sub> 合金磁性膜を RF スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 4.2 Pa、投入電力 400 W とし、ターゲットの組成は実施例 1 の第 1 記録層と同組成の Co<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub> (at%) - SiO<sub>2</sub> (CoPtCr : SiO<sub>2</sub> = 88 : 12 mol%) とした。記録層 8 の膜厚は 15 nm とした。

## 【0031】

最後に、記録層 8 上に、保護層 6 としてアモルファスカーボン膜を DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.20 Pa、投入電力 300 W とし、保護層 6 の膜厚は 3 nm とした。

### 【0032】

(比較例 2)

比較例 2 では、記録層 8 として実施例 1 の第 2 記録層 6 と同組成の  $\text{Co}_{70}\text{Pt}_{20}\text{Cr}_{10}$  (at%) -  $\text{SiO}_2$  ( $\text{CoPtCr}:\text{SiO}_2=95:5$  mol%) を用い、膜厚は 15 nm とした。上記以外は比較例 1 と同様にして、作製した。

### 【0033】

これらの例に対して、膜面垂直方向の磁化測定をした結果を図 3 に、その諸特性を表 1 にまとめた。実施例 1 の場合、保磁力が 3.5 kOe、角型比が 1、逆磁区発生磁場も -0.7 kOe と良好な静磁気録性を示した。一方、比較例 1 の場合、磁化曲線の傾き  $\alpha$  (保磁力近傍でのヒステリシスループの傾き) は 1.8 と小さな値を示すものの、角型比が 0.6 と悪い。比較例 2 の場合、角型比は 1、逆磁区発生磁場も -1.0 kOe と良好な特性を示すものの、磁化曲線の傾き  $\alpha$  は 4.0 と非常に大きな値となる。これは、記録層中の酸化物濃度が低いため、結晶粒間の磁氣的な相互作用が強いためであると考えられる。実施例 2 の場合、比較例 1 や 2 と比べると、実施例 1 に近い磁化曲線となっているが、磁化曲線の傾き  $\alpha$  は実施例 1 の方が小さくなった。

### 【0034】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
保磁力 (Oe)	3500	3400	2500	2800
逆磁区発生磁場 (Oe)	-700	-800	2200	-1000
角型比	1	1	0.6	1
磁化曲線の傾き $\alpha$	2.2	2.5	1.8	4.0

## 【0035】

以上の結果から、異なる酸化物濃度の酸化物を含有するC o P t C rを主体とする合金磁性材料を積層させることで、単層の酸化物を含有するC o P t C rを主体とする合金磁性材料を記録層に用いた場合よりも、良好な磁気特性を得ることができ、さらに、実施例1と実施例2との比較より、下地層上に酸化物濃度の高いC o C r P t 基酸化物媒体を成膜した後に、該酸化物濃度よりも低いC o C r P t 基酸化物媒体を成膜する実施例1が最も静磁気特性が優れることがわかった。

## 【0036】

次に、実施例1、実施例2、比較例1及び比較例2に対して、交流磁場消磁後の磁区構造を磁気力顕微鏡(MFM)で観察し、自己相関長を算出した。ここで、相関係数は、0.5とした。その結果を表2に示す。

## 【0037】

【表2】

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2
自己相関長 (nm)	48.7	48.8	49.0	55.7

## 【0038】

自己相関長は、磁気クラスターサイズに相当し、その値が小さいほどクラスターサイズが小さい。クラスターサイズが小さいほど高記録密度が可能であるので、自己相関長を評価することにより、媒体の高記録密度に対する指針を得ることができる。表2の結果から、実施例の方が自己相関長が短いことから、従来の記録層を酸化物が均一な単層で構成する比較例1及び比較例2よりも、異なる酸化物濃度を有する媒体を積層する方が、高記録密度に適した媒体となることがわかった。さらに、実施例1と実施例2を比較すると、実施例1の方が自己相関長が短くなる。

## 【0039】

次に、これらの例で作製した磁気ディスクの保護層上に1nmの厚さの潤滑剤

を塗布した後、その磁気ディスクを、図4に示した磁気記録装置60内に装着して記録再生特性を評価した。図4(a)は磁気記録装置60の概略平面図であり、図4(b)は図4(a)中の破線A-A'における磁気記録装置60の概略断面図である。図4(b)に示すように、磁気ディスク10は回転駆動系のスピンドル52に同軸上に取り付けられ、スピンドル52により回転される。

#### 【0040】

この磁気記録装置60で磁気ディスク10に情報を記録する際には、2.1Tの高飽和磁束密度を有する軟磁性膜を用いた薄膜磁気ヘッドを用い、情報を再生する際には、巨大磁気抵抗効果を有するスピナバルブ型磁気ヘッドを用いた。記録用の薄膜磁気ヘッド及び再生用のスピナバルブ型磁気ヘッドは一体化されており、図4では磁気ヘッド53として示した。この一体型磁気ヘッド53は磁気ヘッド用駆動系54により制御される。磁気記録装置60の磁気ヘッド面と磁気ディスク面との距離は5nmに保った。

#### 【0041】

この磁気記録装置60の磁気ヘッド53により、磁気ディスク10の第1記録層5及び第2記録層6の膜面に対して垂直方向の磁化を与え、かつ、軟磁性裏打ち層3の膜面に対して平行方向の磁化を与え、第1記録層5、第2記録層及び軟磁性裏打ち層3と協同して磁気回路を構成することができる。また磁気記録装置60には、この磁気ヘッド53に対して磁気ディスク10を相対的に駆動するための駆動装置54を備えている。

#### 【0042】

この磁気ディスク10を用いて、線記録密度20kFCIの信号を記録した際の再生出力(S1f)と各線記録密度でのノイズ(Nd)の比を磁気ディスクの記録再生特性(S1f/Nd比)として評価した。図5にS1f/Nd比の線記録密度依存性を示す。実施例1の場合、線記録密度の増加に伴って、S1f/Nd比は減少していくが、その減少の割合は比較例よりも小さく、いずれの線記録密度でも最も優れた記録再生特性を示した。一方、比較例1の場合、角型比が悪いため、線記録密度が低い領域でS1f/Nd比が悪く、線記録密度が高くなると、一旦、S1f/Nd比が改善する特異な挙動を示した。これは、比較例1の

場合、低記録密度領域では、磁化曲線の角型比が悪いことに起因して、ビット内に逆磁区が発生し、これがノイズとして検出されるが、このノイズは、線記録密度が高くなるに従って、相対的に低減されるためである。

#### 【0043】

比較例2の場合、線記録密度が低い領域では、S l f / N d 比は実施例1に近い非常に良好な値を得ることができたが、線記録密度が高くなるに連れて、S l f / N d 比が急激に劣化した。これは、比較例2の場合、酸化物濃度が低いため、粒間の磁気的な相互作用が強く、磁化反転単位が実施例1や比較例1よりも大きいためである。

#### 【0044】

実施例2では、実施例1に近いS l f / N d 比を得ることができたが、線記録密度の高い領域で実施例よりもS l f / N d 比は低かった。磁化測定より、実施例1よりも実施例2の方が磁化曲線の傾き $\alpha$ が大きいことを説明したが、この傾き $\alpha$ の差は、実施例2の方が実施例1よりも結晶粒間の磁気的な相互作用が強いことに起因しており、線記録密度の高い領域ではその違いがノイズの差として現れ、S l f / N d 比は実施例1よりも低くなる。

#### 【0045】

(実施例3)

実施例3では、第1記録層5及び第2記録層には共に、同一組成のC o 70 P t 20 C r 10 (a t %) - S i O 2 (C o P t C r : S i O 2 = 88 : 12 m o l %)を用いた。ただし、第1記録層は、RFスパッタリング法により形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2 P a、投入電力400 Wで、膜厚は5 n mとした。第2記録層は、DCスパッタリング法により形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2 P a、投入電力250 Wで、膜厚は10 n mとした。それ以外は、実施例1と同様にして作製した。

#### 【0046】

実施例3の媒体に対し、第1記録層及び第2記録層の酸化物濃度をオージェ電子分光分析で求めた。その結果を表3に示す。

#### 【0047】



【表 3】

	SiO <sub>2</sub> 濃度 (mol%)
第1記録層	12.0
第2記録層	7.0

## 【0048】

このように、第1記録層と第2記録層の酸化物濃度は異なっており、RFスパッタリング法で成膜された第1記録層は、ターゲットと同じ酸化物濃度であったのに対し、第2記録層はターゲットよりも酸化物濃度が低下していた。これは、成膜方法の違いに起因しており、DCスパッタリング法を用いた場合には、導電性である金属部分がRFスパッタリング法よりも優先的にスパッタリングされることに拠る。つまり、実施例3のように、単一のターゲットを異なる成膜方法で成膜することにより、実施例1や実施例2のような酸化物濃度の異なる複数のターゲットを用いて成膜する場合と同等の酸化物濃度の異なる記録層を形成することが可能となる。

## 【0049】

実施例3で作製した磁気ディスクの保護層上に1nmの厚さの潤滑剤を塗布した後、その磁気ディスクを、図4に示した磁気記録装置60内に装着して記録再生特性を評価した。

## 【0050】

記録再生評価方法は、線記録密度20kFCIの信号を記録した際の再生出力(S1f)と各線記録密度でのノイズ(Nd)の比を磁気ディスクの記録再生特性(S1f/Nd比)とした。その結果を図6に示した。図6には併せて、実施例1の結果も比較のため載せた。実施例1と比較すると、若干劣るものの同等の記録再生特性を示していることがわかった。

## 【0051】

(実施例4)

実施例4で作製した磁気ディスクの概略断面図を図7に示す。基板1上に、密

着層 2、軟磁性裏打ち層 3、下地層 4、第 1 記録層 5、第 2 記録層 6、第 3 記録層 9 及び保護層 7 を順次積層した構造を有す。実施例 1 及び 2 とは異なり、記録層は 3 層である。以下に、この例で作製した磁気ディスク 10 の作製方法を説明する。

#### 【0052】

まず、基板 1 には直径 2.5 インチ (6.5 cm) の円板状のガラス基板を用い、その基板 1 上に、密着層 2 として Ti 膜を、DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットは Ti とした。密着層 2 の膜厚は 5 nm とした。

#### 【0053】

次いで、密着層 2 上に、軟磁性裏打ち層 3 として CoTaZr 膜を DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>88</sub>Ta<sub>10</sub>Zr<sub>2</sub> (at%) とした。軟磁性裏打ち層 3 の膜厚は 200 nm とした。

#### 【0054】

次に、軟磁性裏打ち層 3 上に、下地層 4 として CoCrRu 膜を DC スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 0.28 Pa、投入電力 500 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>55</sub>Cr<sub>25</sub>Ru<sub>20</sub> (at%) とした。下地層 4 の膜厚は 10 nm とした。

#### 【0055】

さらに、下地層 4 上に、第 1 記録層 5 として酸化物を含有した CoPtCr-SiO<sub>2</sub> 合金磁性膜を RF スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 4.2 Pa、投入電力 400 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub> (at%) - SiO<sub>2</sub> (CoPtCr:SiO<sub>2</sub> = 88:12 mol%) とした。第 1 記録層 5 の膜厚は 5 nm とした。

#### 【0056】

次に、第 1 記録層 5 上に、第 2 記録層 6 として酸化物を含有した CoPtCr-SiO<sub>2</sub> 合金磁性膜を RF スパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧 4.2 Pa、投入電力 400 W とし、ターゲットの組成は Co<sub>70</sub>

Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub> (at%) - SiO<sub>2</sub> (CoPtCr : SiO<sub>2</sub> = 92 : 8 mol%) とした。第2記録層6の膜厚は5 nmとした。

#### 【0057】

次に、第2記録層6上に、第3記録層9として酸化物を含有したCoPtCr - SiO<sub>2</sub>合金磁性膜をRFスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧4.2 Pa、投入電力400 Wとし、ターゲットの組成はCo<sub>70</sub>Pt<sub>20</sub>Cr<sub>10</sub> (at%) - SiO<sub>2</sub> (CoPtCr : SiO<sub>2</sub> = 95 : 5 mol%) とした。第3記録層9の膜厚は5 nmとした。

#### 【0058】

最後に、記録層8上に、保護層6としてアモルファスカーボン膜をDCスパッタリングにより形成した。スパッタリング条件は、ガス圧0.20 Pa、投入電力300 Wとし、保護層6の膜厚は3 nmとした。

#### 【0059】

実施例4で作製した磁気ディスクの保護層上に1 nmの厚さの潤滑剤を塗布した後、その磁気ディスクを、図5に示した磁気記録装置60内に装着して記録再生特性を評価した。記録再生評価方法は、線記録密度20 kFCIの信号を記録した際の再生出力 (S1f) と各線記録密度でのノイズ (Nd) の比を磁気ディスクの記録再生特性 (S1f / Nd比) とした。その結果を図8に示した。図8には併せて、実施例1の結果も比較のため載せた。実施例1と比較すると、記録再生特性は線記録密度の高い領域で若干優れることがわかった。このように、3層以上で記録層を構成することにより、さらに記録再生特性を向上する。

#### 【0060】

上記実施例では、磁気ディスクの記録層として酸化物を含有するCoPtCr合金磁性膜を用いた例で説明したが、本発明はこれに限定されない。酸化物を含有するCoPtCr合金磁性膜は結晶質であって、結晶粒内にCoを主成分とする合金、粒子間に酸化物を含む構造をしているので、結晶質であるCo合金においては、六方最密充填構造をとる限りにおいて、Cr及びPt以外に、Ta、Nb、Ti、Si、B、Pd、V、Mg、Gd等の元素、またはそれらの組み合わせを含んでいても良い。

## 【0061】

上記実施例では、磁気ディスクの基板材料としてガラスを用いた例を説明したが、本発明はこれに限定されない。場合によっては、アルミニウム、ポリカーボネードなどのプラスチック、あるいは、樹脂等を用いても良い。

## 【0062】

上記実施例では、磁気ディスクの軟磁性裏打ち層としてCoTaZr膜を設けた例を用いて説明したが、本発明はこれに限定されない。軟磁性裏打ち層としては、FeTaC、FeTaN、FeAlSi、FeC、CoB、CoTaNb、NiFe、あるいは、それらの軟磁性膜とC膜の積層膜であっても良い。ただ、CoTaZr膜はもっとも望ましい。

## 【0063】

上記実施例では、記録層として酸化物を含有したCoPtCr合金磁性膜を形成する際、CoPtCr合金に酸化物を混入したターゲットを用いることにより、記録層中の酸化物の含有量を調整した例を説明したが、本発明はこれに限定されない。酸化物を含まないターゲットに対して酸化物とアルゴンの混合ガスを用いてスパッタを行い記録層中の酸素の含有量を調整しても良いし、また、スパッタガスとして酸化物とアルゴンの混合ガスを用い、さらに、CoPtCr合金に酸素を混入したターゲットを用いてスパッタすることにより記録層中の酸化物の含有量を調整しても良い。しかし、CoPtCr合金に酸化物を混入したターゲットを用いて記録層中の酸化物の含有量を調整するのが最も望ましい。

## 【0064】

上記実施例では、基板上に下地層及び記録層を積層した磁気ディスクについて説明したが、本発明はこれに限定されない。下地層自体に記録層を支持する機能を有する場合には、基板を備えなくても良い場合がある。

## 【0065】

## 【発明の効果】

本発明の磁気記録媒体によれば、基板方向から膜面方向にかけて該磁性膜中の酸化物濃度が低くなる少なくとも2層以上の酸化物を含有するCoPtCr合金磁性膜より記録層が構成されることにより、高い静磁気特性で、且つ、低媒体ノ

イズの高密度記録可能な磁気記録媒体及びそれを備えた磁気記録装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例 1 の磁気ディスクの断面構造を示す。

【図 2】

比較例 1 の磁気ディスクの断面構造を示す。

【図 3】

実施例 1、実施例 2、比較例 1 及び比較例 2 の膜面垂直方向の磁化測定の結果である。

【図 4】

本発明で作製した磁気ディスクを備えた磁気記録装置の概略図であり、図 4 (a) は平面図であり、図 4 (b) は図 4 (a) 中の A-A' 断面図である。

【図 5】

実施例 1、実施例 2、比較例 1 及び比較例 2 の磁気ディスクの記録再生特性の線記録密度依存性を示す。

【図 6】

実施例 1 及び実施例 3 の磁気ディスクの記録再生特性の線記録密度依存性を示す。

【図 7】

実施例 4 の磁気ディスクの断面構造を示す。

【図 8】

実施例 1 及び実施例 4 の磁気ディスクの記録再生特性の線記録密度依存性を示す。

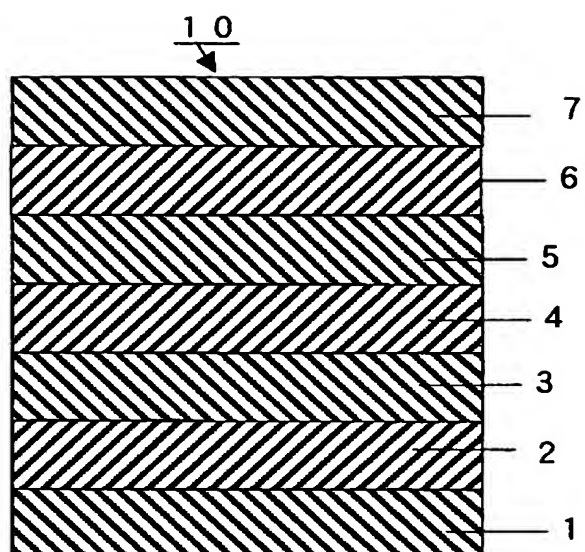
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 密着層
- 3 軟磁性裏打ち層
- 4 下地層

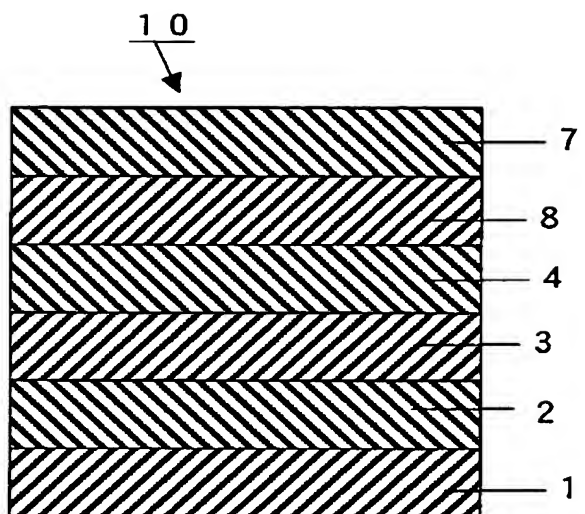
- 5 第 1 記録層
- 6 第 2 記録層
- 7 保護層
- 8 記録層
- 9 第 3 記録層
- 1 0 磁気ディスク
- 6 0 磁気記録装置
- 5 2 スピンドル
- 5 3 磁気ヘッド
- 5 4 磁気ヘッド駆動系

【書類名】 図面

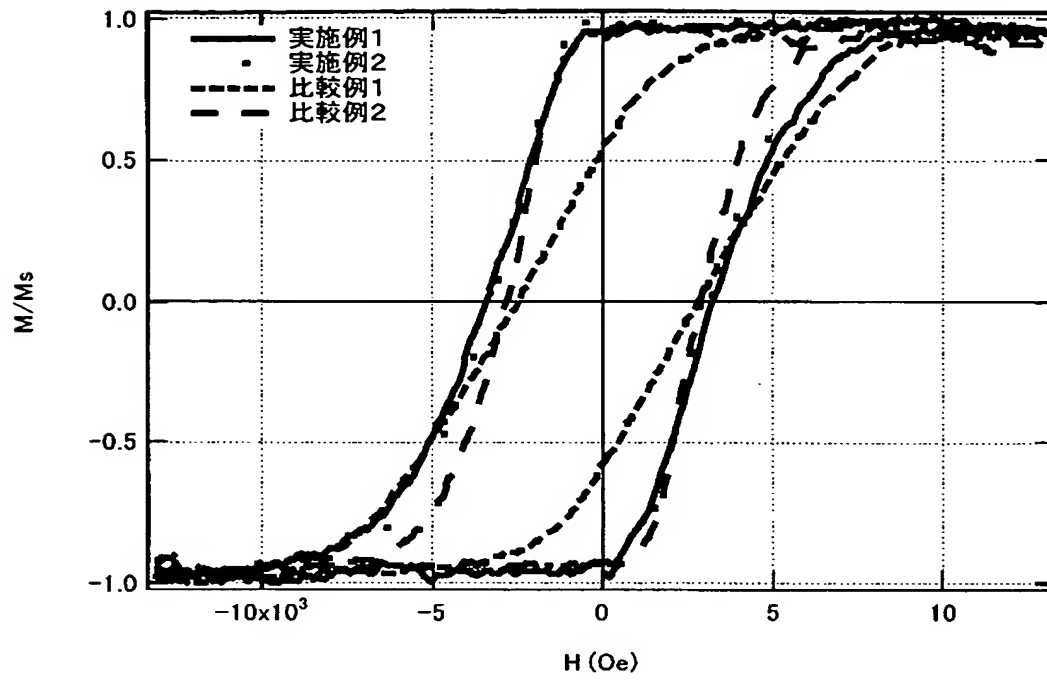
【図 1】



【図 2】



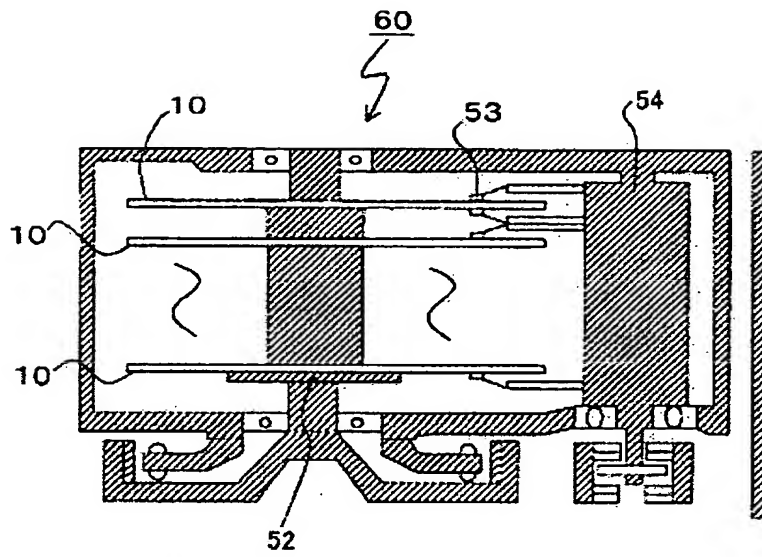
【図 3】



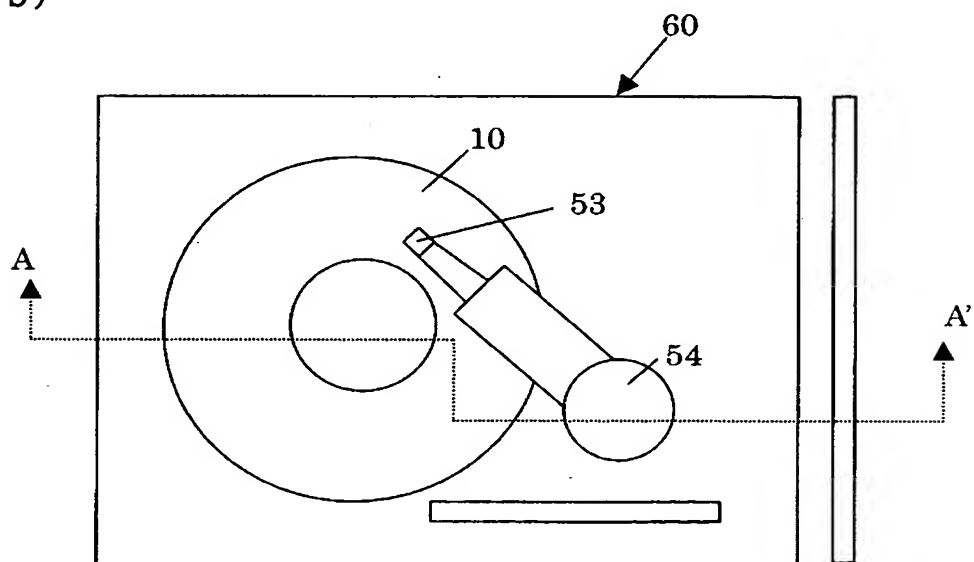


【図 4】

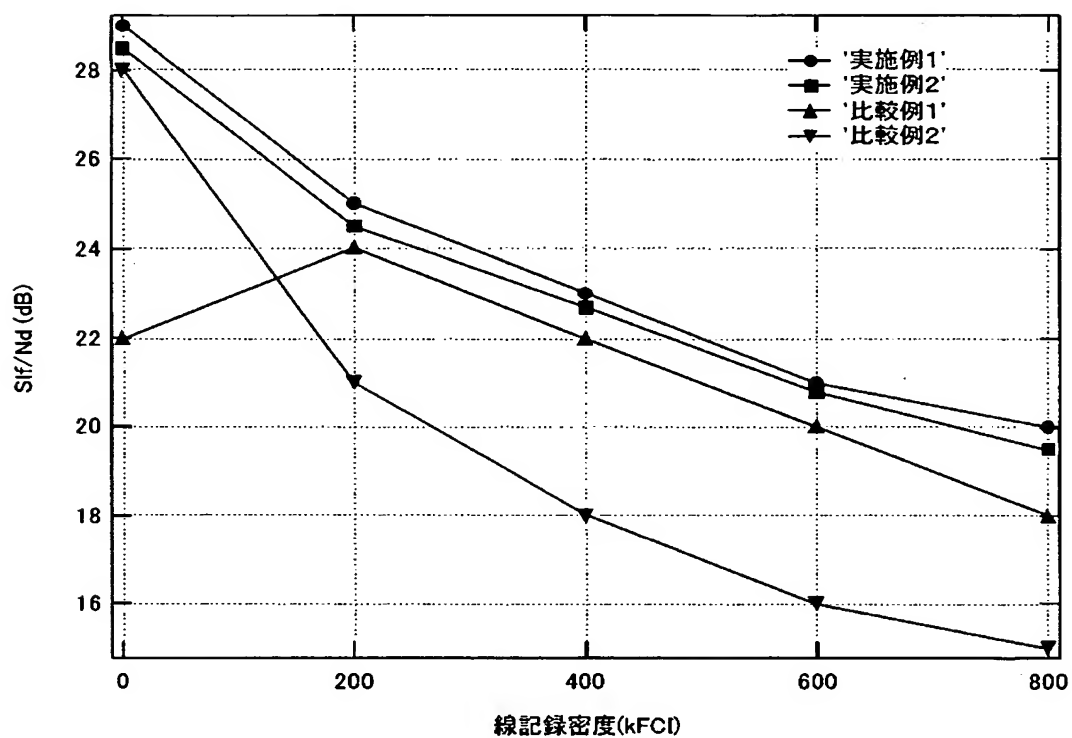
(a)



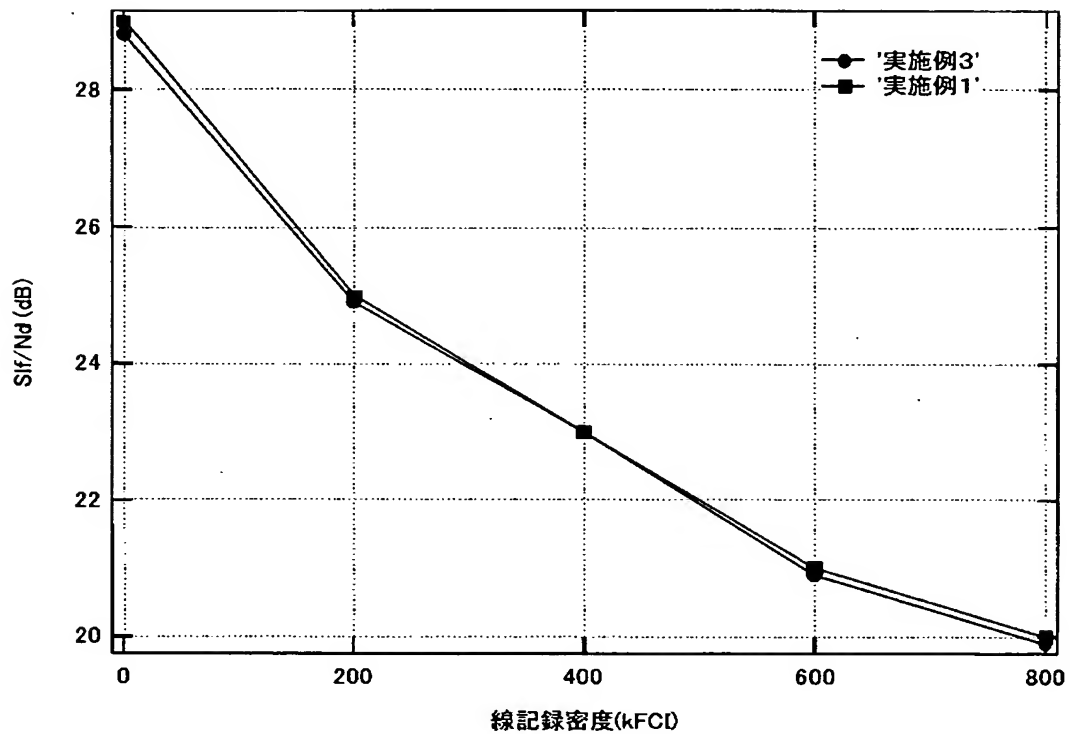
(b)



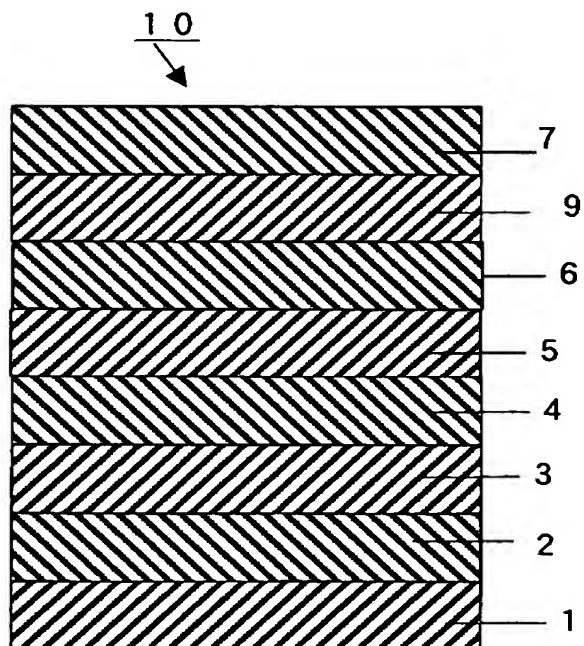
【図 5】



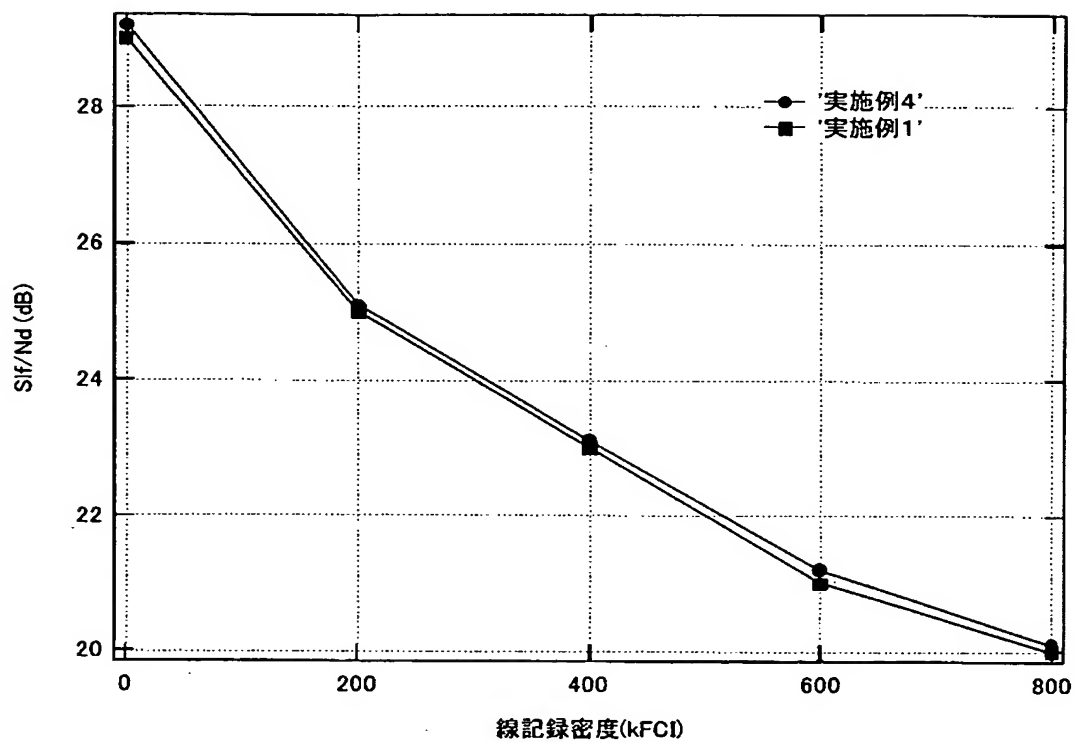
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い静磁気特性で、且つ、低媒体ノイズの高密度記録可能な磁気記録媒体及びそれを備えた磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 高密度磁気記録媒体として、非磁性基板上に、あるいは非磁性基板上に設けた密着層及び軟磁性膜、下地層を形成した後、酸化物を含有した C o P t C r 合金磁性膜及び保護層を順次形成する。記録層を、基板方向から膜面方向にかけて該磁性膜中の酸化物濃度が低くなる少なくとも 2 層以上の酸化物を含有する C o P t C r 合金磁性膜より構成する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 0 9 0 5
受付番号	5 0 3 0 0 2 0 0 8 6 0
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 2 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月 7日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 0 9 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 1 0 ]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 6 月 1 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府茨木市丑寅 1 丁目 1 番 8 8 号
氏 名	日立マクセル株式会社